

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 61-165608  
 (43)Date of publication of application : 26.07.1986

(51)Int.CI. G01B 11/06  
 H01L 21/66

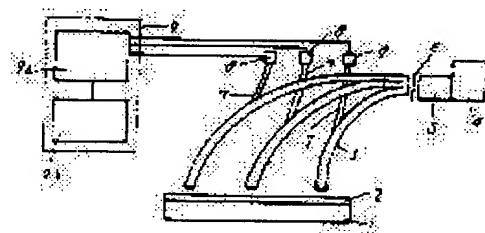
(21)Application number : 60-005698 (71)Applicant : HITACHI LTD  
 (22)Date of filing : 18.01.1985 (72)Inventor : SUGIMOTO ARITOSHI

## (54) FILM THICKNESS MEASURING APPARATUS

## (57)Abstract:

PURPOSE: To measure multiple points simultaneously and in a very short time by conducting the light spectra of the light source to the surface of the measured film through multiple optical fibers and conducting the reflected rays to the multiple photosensors, then calculating the thickness of the measured film based on the signal data and by a data processing equipment.

CONSTITUTION: A terminal of an optical fiber 3 is located on one of the multiple measuring points of a measured film 2, such as a resist film etc. coated on a semiconductor wafer 1. (Actually, number of the measuring points located is approx. 100W700). The light from a light source 4 emitting white light is transmitted to the measured film successively through the optical fiber 3, after spectro-analyzed by a spectroscope 5 and changing wave length by a chopper 6. The reflected light is transmitted to each photosensor 8 through optical fiber 7 and is converted to the reflected light intensity signal, data of which intensity signal for each wave length is successively transferred to a data buffer 9a and is stored in its memory temporarily. A computing device 9b of a data processing equipment 9 calculates and outputs the film thickness.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

⑨ 日本国特許庁 (JP) ⑩ 特許出願公開  
⑪ 公開特許公報 (A) 昭61-165608

⑤Int.Cl.  
G 01 B 11/06  
H 01 L 21/66

識別記号 廣内整理番号 ⑫公開 昭和61年(1986)7月26日  
7625-2F  
7168-5F  
審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑬発明の名称 膜厚測定装置

⑭特 願 昭60-5698  
⑮出 願 昭60(1985)1月18日

⑯発明者 杉本 有俊 小平市上水本町1450番地 株式会社日立製作所武藏工場内  
⑰出願人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地  
⑱代理人 弁理士 小川 勝男 外1名

明細書

発明の名称 膜厚測定装置

特許請求の範囲

1. 光源と、光源からの光を分光する分光器と、  
夫々被測定膜に設定した複数の測定位置に対応し  
て配設され、かつ各測定位置からの反射光を検知  
して反射光強度信号に変換して出力する複数のホ  
トセンサと、前記分光器からの入射光を伝送し、  
前記複数の測定位置に同時に照射したり、その反  
射光を夫々前記複数の測定位置に対応して配設さ  
れた前記各ホトセンサに伝送したりするための複  
数の光ファイバと、前記複数のホトセンサからの  
信号データにもとづいて被測定膜の前記複数の測  
定位置での膜厚を算出するデータ処理装置を備え  
たことを特徴とする膜厚測定装置。

2. 前記複数の光ファイバは、前記分光器からの  
入射光を伝送し、被測定膜に設定した複数の測定  
位置に同時に照射するための複数の第1の光ファ  
イバと、これら複数の第1の光ファイバから前記  
入射光を照射することによって前記被測定膜の複

数の測定位置での反射光を夫々受光して伝送する  
複数の第2の光ファイバとからなる特許請求の範  
囲第1項記載の膜厚測定装置。

発明の詳細な説明

(技術分野)

本発明は膜厚測定装置に関し、特に被測定部材  
(たとえば半導体ウェーハ) 内の多点同時測定が  
可能な膜厚測定装置に関するものである。

(背景技術)

従来、半導体ウェーハなどの膜厚測定装置、と  
りわけ非破壊膜厚測定装置として光学式のもの  
があるが、このうち被測定膜に対し多点測定可能な  
光学式のものとしては、主として反射率の波長依  
存性を利用してこれより膜厚を算出測定するもの  
と、偏光を利用して膜厚測定するものとに大別さ  
れ、種々のものが開発されている。

しかしながら、これらの光学式の多点用非破壊  
膜厚測定装置はいずれも一点の測定時間が長くか  
かる。たとえば、反射率の波長依存性を利用して  
膜厚を算出するものは、測定時間が比較的短いと

いわれているが、それでも1点当たり測定に1.5秒もかかる。こためたとえば100点以上、700点とか800点とか多点測定する場合には時間があまりにもかかりすぎ、従って膜厚測定装置を製造ラインに組み込むことが難しい。

また多点測定用ステージが必要であり、特に多点測定用自動ステージは高価であり装置がコスト高となっていた。

なお、DENK et al. Proc. Microelectro Seminar. PP 28~34 (1976) には多点測定用膜厚測定装置について記載されている。

#### 【発明の目的】

本発明の目的は多点同時測定として多点測定の時間をきわめて短くし、製造ラインに組み込み可能な膜厚測定装置を提供することにある。

本発明の他の目的は、他点測定用ステージを不要として安価な膜厚測定装置を提供することにある。

本発明の前記ならびにそのほかの目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面からあき

らかになるであろう。

#### 【発明の概要】

本願において開示される発明のうち代表的なものの概要を簡単に説明すれば、下記のとおりである。

すなわち、光源からの光を分光器で分光し、その分光により得られる光を、逐次波長を変えて、被測定膜の複数の測定位置（測定点）上に夫々延在させた複数の第1の光ファイバに入射させ、前記被測定膜の複数の測定位置に前記分光器からの入射光を同時に照射させ、その反射光を、前記複数の測定位置に対応して配設された複数のホトセンサへ、夫々各測定位置に対応して設けられた第2の光ファイバを通して伝送し、前記複数のホトセンサにて夫々各測定位置での反射光を反射光強度信号に変換し、逐次各波長に対する反射光強度信号データをデータ処理装置に送り、被測定膜の複数の測定位置での膜厚を算出する膜厚測定装置を提供するもので、被測定膜の他点同時測定が可能となり測定時間の画期的な短縮を図り、本装置

の製造ラインへの組み込みを可能とすると共に、多点測定用ステージを不要として安価な装置を得るものである。

#### 【実施例】

第1図は本発明による膜厚測定装置の一実施例を示すものである。なお図示では説明の便宜上、被測定膜の測定位置（測定点）を3箇所としてある。第2図はある測定位置（測定点）での入射光の波長対反射光強度信号のデータを示すものである。

以下、本発明を第1図および第2図を用いて説明する。

いま、被測定対象としての半導体ウェーハ1を所定位置に配置し、このウェーハ1上に形成された被測定膜（たとえばレジスト膜）2の設定された複数の被測定位置（被測定点）に夫々光ファイバ3の一端が配置されるようにする。ここでは本発明を判りやすく説明するため便宜上光ファイバ3は3本示されているが、実際は被測定位置（被測定点）の数は100箇所（点）とか700箇所

（点）とか、必要に応じて多数の被測定位置（被測定点）が設定されており、それに対応してファイバ3の数も同数ないしはそれ以上（同一の被測定位置を複数本の光ファイバで照射する構成とする場合）となる。なお、測定位置を正確にするためには、各光ファイバ3の一端を所定の測定位置上にセッティングしたり、またはウェーハ1側を移動させて所定の測定位置上に各光ファイバ3が位置するようにするためのアライメント時間として30秒位を要する。

一方、4は白色光を出力する光源であって、この光源4からの光は分光器5で分光される。チョッパ6は分光器5からの入射光を逐次波長を変えて一端が各被測定位置上に延在している各光ファイバ3の他端に送りこみ、その入射光を各光ファイバ3を通して伝送し、各光ファイバ3の前記一端から被測定膜2の各被測定位置に同時に垂直に照射する。そしてその反射光を夫々各光ファイバ3と対になる光ファイバ7を介して各ホトセンサ8へ送る。各ホトセンサ8は各被測定位置からの

反射光を反射光強度信号に変換し、逐次各波長に対する反射光強度信号データをデータ処理装置9のデータバッファ9aに送り、そのメモリに一時的にたくわえる。なおデータ処理装置9はデータバッファ9aと、データバッファ9aからの測定データ（各被測定位置における夫々第2図に示すような特性データ）にもとづいて被測定膜2の各被測定位置での膜厚を夫々所定の演算で算出する演算装置9bとからなる。なおチョッパ6は分光器5からの入射光を逐次、所定のタイミングで各光ファイバ3に送りこんでいるが、チョッパ6はデータバッファ9aと同期をとりたとえば各ホトセンサ8からデータバッファ9aに測定データ（波長に対する反射光強度データ）が入力されたときのタイミングとチョッパ6の前記所定のタイミングとを合わせている。従って、データバッファ9aにある波長の入射光に対する反射光強度データを入力したら、チョッパ6は分光器5の出力光のうち次の別の波長の光を各光ファイバ3に送り込むといった具合になる。

m: 自然数

これより  $m = \lambda_1 / (\lambda_1 - \lambda_2)$  であるから  $2n_1 d_1 = \lambda_1 \lambda_2 / (\lambda_1 - \lambda_2) \dots (2)$  が得られる。従って、この(2)式に、 $n_1, \lambda_1, \lambda_2$  の値を代入してやれば前記ある測定位置での膜厚 $d_1$  を求めることができる。演算装置9bはデータバッファ9aにたくわえられている第2図の如きデータから $\lambda_1, \lambda_2$  の値を求め、これと既知の $n_1$  から(2)式を用いて演算により $d_1$  を算出する。

以上のようにして演算装置9bは、各測定位置での膜厚を瞬時に算出することができ、その算出した膜厚を、図示していないが必要に応じて表示装置に表示し、また記憶装置に記憶することができる。

なお(1), (2)式の算出については、O. S. HEAVENS, "OPTICAL PROPERTIES OF THIN SOUND FILMS" DOUVER PUBLICATIONS, INC. New York (1965)

以下、チョッパ6により分光器5からの入射光の波長を逐次変化させ、各被測定位置での各波長毎の入射光に対する反射光を各ホトセンサ8で各波長毎に順次反射光強度信号に変換しそのデータ（各波長の入射光に対する反射光強度データ）をデータバッファ9aに一時的にたくわえる。次にデータバッファ9aにたくわえられたデータを、データ処理装置9を構成する演算装置9bを用いて各測定位置（測定点）での膜厚を次の(2)式により求めることができる。

即ち、たとえばある測定位置（測定点）での各波長光（分光器5からの入射光）に対する反射光強度データが第2図に示す如く得られたとすると、被測定膜2の屈折率を $n_1$ 、（ウェーハ1の屈折率 $n_1$ に対し $n_1 < n_2$ とする）、被測定膜2の前記ある測定位置での膜厚を $d_1$  とし、m番目の極大値を与える波長を $\lambda_1$ 、（ $(m+1)$ 番目の極大値を与える波長を $\lambda_2$  とすれば、干渉の条件により次式が成立つ。

$$2n_1 d_1 = m \lambda_1 = (m+1) \lambda_2 \dots (1)$$

のP. 115に記載されている。

このようにして、各測定位置（測定点）での膜厚がデータ処理装置9で瞬時に計算され、その値を経時的に表示装置を通して知ることができる。従って表示装置を有するモニターで、被測定膜2の各測定位置での膜厚を監視制御することにより、たとえばレジスト膜厚などがどこでも一定となるように調整することができる。従って、特にMOSメモリは寸法分布が一番問題であるが、本発明ではレジスト膜厚をウェハ上で一定とことができ寸法分布が著しく改善されるので、MOSメモリに有効である。またウェハ1の径が大きいものには、それに合わせて被測定位置（被測定点）の数を増やしてやれば、従ってそれに応じて光ファイバ3, 7の対の数を増やしてやれば、ウェハ1の径に左右されずどこでも膜厚が一定となるように対処できる。このように測定位置が増えればそれだけ膜厚分布として一定に近いものがどこでも得られるようモニター制御することができる。

なお、原理的には1測定点当たりの光ファイバ

3. 7の断面積をSとすれば、ウエハ面積/Sまでの測定点の同時測定が可能となり膜厚分布が全体に亘って高精度に一定となるようにモニター制御できる。

次に、全体の測定時間は、被測定膜2の被測定位置のアライメント時間30秒と実際の測定時間15秒との合計、即ち45秒であり、測定位置(測定点)が何箇所(何点)でも測定時間は変わらないので、測定点の数が増えれば増えるほど、その効果は大きい。たとえば従来1点当たり測定に15秒かかっていたとすると、本発明ではこれにアライメント時間30秒を足した時間で、即ち45秒で何点でも(100点でも、800点でも可能な限り)測定することができる。このように1回の測定に要する全時間が45秒となるので、製造ライン(サイクルタイム約1分)に本装置を組み込むことができる。

更に多点同時測定のため、多点測定用ステージが不要となり、従って従来特に高価で装置のコスト高に影響していた多点測定用自動ステージも不

可能な限り増やした構成とすることができますので、前記表面積に左右されず多点同時測定に対応できる。

以上本発明者によってなされた発明を実施例にもとづき具体的に説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。たとえば、第1図では光ファイバ3、7を用いているが、効率的な面から各被測定点毎の光ファイバ3、7の数は各1本に限らず種々の組合せが考えられる。たとえば各被測定点において第3図(a)に示す如く1本の光ファイバ3に対し、その周囲に反射光を受ける複数本の光ファイバ7を配置し、これら複数本の光ファイバ7を対応するホトセンサ8に接続し、これらの光ファイバ7を通して夫々反射光をホトセンサ8に送り、ここで合計した反射光の強度信号を取り出してもよい。また第3図(b)に示す如く複数本の光ファイバ3と7を用い、これら光ファイバ3と7を交互に配置してもよい。

要になり、安価な装置が得られる。

#### (効果)

(1) 被測定膜に対して多点(多数の被測定位置(被測定点))同時測定が可能となり、多点測定の時間をきわめて短くすることができる。しかも被測定点の数が増えても測定時間は変わらないので、被測定点の数が増えれば増えるほどその効果は大きい。

(2) 多点測定の全時間をきわめて短くすることができ、製造ラインに適用することができる。

(3) 従来の多点測定用ステージを不要とすることができ、従って高価な多点測定用自動ステージも不要とすることができ、安価な装置を提供できる。

(4) 多点同時測定が可能となることにより、インラインモニター制御が可能となり膜厚制御でき、膜厚分布を改善することができる。

(5) (4)によりMOSメモリの寸法分布が改善される。

(6) 被測定膜の表面積が広くても、被測定点を

更にチョッパ6を用いているが、分光器5に同様の機能を兼用させ分光器5から逐次波長の異なる光を前述したと同様な所定のタイミングで各光ファイバ3に送り込んでやることもできる。

#### (利用分野)

以上の説明では主として本発明者によってなされた発明をその背景となつた利用分野である半導体ウェーハのレジスト膜厚などの測定に適用した場合について説明したが、それに限定されるものではなく、たとえば着色ステンレスの膜の厚さの測定、金属表面の薄膜(たとえば酸化膜など)の厚さの測定など、半導体装置の膜厚に限らずあらゆる膜厚の測定に適用できる。

#### 図面の簡単な説明

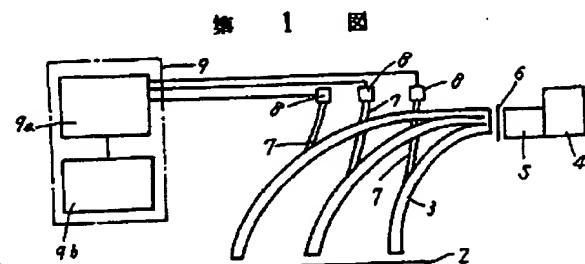
第1図は、本発明による膜厚測定装置の一実施例を示す簡略システム構成図。

第2図はある測定点での波長対反射光強度信号のデータを示す特性図。

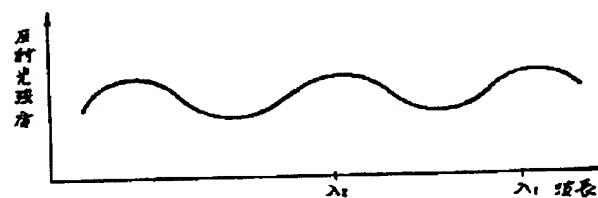
第3図(a)および(b)は夫々被測定膜の測定位置上の光ファイバの配置を示す端面図である。

1…ウェーハ、2…被測定膜(レジスト膜)、  
3…光ファイバ、4…光源、5…分光器、6…  
…チョッパ、8…ホトセンサ、9…データ処理裝  
置。

代理人弁理士 小川勝男



第 2 図



第 3 図

